



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510082680.7

[43] 公开日 2005 年 11 月 30 日

[11] 公开号 CN 1701856A

[22] 申请日 2005.7.8

[74] 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司

[21] 申请号 200510082680.7

代理人 张慧

[71] 申请人 北京工业大学

地址 100022 北京市朝阳区平乐园 100 号

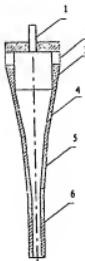
[72] 发明人 赵庆国

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

[54] 发明名称 低能耗的高效液液水力旋流器

[57] 摘要

本发明为一种低能耗的高效液液水力旋流器，具体涉及一种污水除油水力旋流器。这种旋流器包括溢流管(1)，旋流器进口(2)，圆柱段(3)，大锥段(4)，小锥段(5)，尾管段(6)，其特征在于：旋流器进口(2)的截面形状为摆线形或悬链线形，大锥段(4)的大锥角为 8~25°，小锥段(5)的小锥角为 1.5~6°。溢流口尺寸  $D_o/D$  为 0.1~0.2，旋流器进口(2)的进口截面等效直径为旋流器公称直径的 0.3~4 倍，尾管段尺寸  $L_e/D$  为 20~40，圆柱段尺寸  $L_c/D$  为 2~3。本发明的水力旋流器可用于分离进口浓度小于 20% (分流比大于进口浓度) 的油水混合物，比传统的旋流器分离效率高、压降低、适用范围广。



1、一种低能耗的高效液液水力旋流器，包括溢流管（1），旋流器进口（2），圆柱段（3），大锥段（4），小锥段（5），尾管段（6），其特征在于：旋流器进口（2）的截面形状为摆线形或悬链线形，大锥段（4）的大锥角为 $8\sim25^\circ$ ，小锥段（5）的小锥角为 $1.5\sim6^\circ$ 。

2、根据权利要求1所述的低能耗的高效液液水力旋流器，其特征在于：溢流口尺寸  $D_o/D$  为 $0.1\sim0.2$ ；其中，

$D$ —旋流器公称直径,即大、小锥段衔接截面直径；

$D_o$ —溢流管（1）的直径。

3、根据权利要求1所述的低能耗的高效液液水力旋流器，其特征在于：旋流器进口（2）的进口截面等效直径为旋流器公称直径的 $0.3\sim4$ 倍。

4、根据权利要求1所述的低能耗的高效液液水力旋流器，其特征在于：尾管段尺寸  $L_u/D$  为 $20\sim40$ ，其中，

$L_u$ —尾管段（6）的长度。

5、根据权利要求1所述的低能耗的高效液液水力旋流器，其特征在于：圆柱段尺寸  $L_c/D$  为 $2\sim3$ ，其中，

$L_c$ —圆柱段（3）的长度。

## 低能耗的高效液液水力旋流器

### 技术领域

本发明为一种污水除油水力旋流器，适用于处理含油污水及其它轻质分散相液液、液液固、液液气混合物的分离，属于一种旋流器。

### 背景技术

油水分离用水力旋流器为双锥型结构，如图1所示，包括溢流管1，旋流器进口2，圆柱段3、大锥段4、小锥段5和平行尾管段6。根据Thew等人的专利（CA119111、US4576724），进口截面采用渐近线形式、小锥段半锥角为 $20' \sim 1^\circ$ 、溢流口直径小于旋流器直径的0.1倍。这种旋流器可用于分离分流比0.5~10%的油水混合物，分离效率取决于旋流器的尺寸、油滴直径的大小以及油水两相的密度差。目前国内采用的旋流器基本上都是引进的国外产品。在海洋石油开采、海上石油开采、各种废水处理、制药行业萃取液与被萃取液的分离等很多场合都面临两相密度差小、要求耗能低等情况，在这些情况下，需要进一步提高旋流器的分离能力、降低压降。

### 发明内容

本发明的目的在于提出一种分离能力高、能耗小（压降小）的旋流器。为了达到此目的，本发明设计的水力旋流器所采用的方案为：包括溢流管1，旋流器进口2，圆柱段3，大锥段4，小锥段5，尾管段6，其特征在于：进口截面形状为摆线或者悬链线形式，大锥角为 $8 \sim 25^\circ$ ，小锥角为 $1.5 \sim 6^\circ$ ，进口截面的等效直径为旋流器公称直径D的 $0.3 \sim 4$ 倍；尾管段长度为旋流器公称直径D的 $20 \sim 40$ 倍；溢流口尺寸为旋流器公称直径D的 $0.1 \sim 0.2$ 倍；圆柱段尺寸旋流器公称直径D的 $2 \sim 3$ 倍。其中：

$D$ —旋流器公称直径（大、小锥段衔接截面直径）；

$D_o$ —溢流口直径；

$L_u$ —尾管段长度；

$L_c$ —圆柱段长度。

本发明所采用的设计原理为：改变任何一个结构尺寸或结构形式都可以改变水力旋流器的分离能力、也可以改变旋流器的压降。但是从提高分离能力的角度来说，旋流器锥段锥角的改变直接影响分离空间以及流体在分离段停留时间的大小，因此对分离能力的影响最大，而这种锥角改变后，传统的Thew型旋流器的设计关联式将不再适用。根据我们的理论研究表明，并不是锥角越小分离能力就越高，如图6所示：当小锥段半锥角 $\alpha_1$ 增加时，分割尺寸 $d_{50}$ 首先随 $\alpha_1$ 的增加而增加（表示随 $\alpha_1$ 的增加分离能力降低）；当增加到一定的程度时，再继续增加 $\alpha_1$ 反而会引起 $d_{50}$ 降低，表示分离能力在提高。图中：

$d_{50}$ ——分割尺寸，表示对应于分离效率为50%时的液滴尺寸；

$\alpha_1$ ——小锥段半锥角；

$h_1$ ——小锥段长度。

从压降的角度来说，旋流器的每一个结构尺寸与结构形式都可能改变压降的大小，其中旋流器锥段压降代表分离区流体的动能与静压能之间进行转换所需要的能量，而进口至圆柱一大锥段衔接截面之间的压降表示进口流体因流动截面积与流动通道形状的突然变化所需要的压降损失。因此锥段压降占总压降的比例的大小反应了一个旋流器消耗的能量中用于有效分离的能量所占比例的大小，这个比例越高，就表示旋流器压降中的“有效能量越高”。在这两部分压降之间，进口形式与进口尺寸对压降损失的影响很大。

本发明的应用场合包括石油采出液的预分、含油污水的净化、城市污水中的除油、餐厅饮用水的净化、乳品脱除油脂、从纸浆中脱除油墨、制药行业中萃取液的分离等。本发明的水力旋流器可用于分离进口浓度小于20%

（分流比大于进口浓度）的油水混合物，比传统的旋流器分离效率高、压降低、适用范围广。

#### 附图说明

图1 旋流器结构示意图；

图2 摆线进口示意图；

图3 悬链线进口示意图；

图4 本发明旋流器结构示意图；

图5 本发明的旋流器进口截面形式图；

图6 小锥段半锥角对分割尺寸 $d_{50}$ 的影响；

图7 各种入口形式下的压降；

图8 锥段压降占总压降的比例；

图中，1—溢流管，2—旋流器进口，3—圆柱段，4一大锥段，5一小锥段，6—尾管段。

#### 具体实施方式

下面结合附图具体说明一下本发明的优选实施例：

本发明设计的一种旋流器形式，结构参见图4，进口截面形状参见图2。这种形式的旋流器的进口截面形状为摆线进口，大锥角为 $10^\circ$ ，小锥角为 $1.5^\circ$ ，溢流口直径为4mm，旋流器公称直径为30mm，圆柱段高度为60mm，进口截面等效直径为13mm，尾管段直径为15mm，尾管段长度为600mm。采用此种旋流器形式，在进口流量 $4\text{m}^3/\text{h}$ 、分流比为8%的条件下，用于油水分离，分离效率比Theuw型旋流器提高了4.1%，压降比Theuw型旋流器提高了7.6%。

本发明设计的另一种旋流器形式，结构参见图4，进口截面形状参见图3。这种形式的旋流器的进口截面形状为悬链线进口，大锥角为 $10^\circ$ ，小锥角为 $1.5^\circ$ ，溢流口直径为4mm，旋流器公称直径为30mm，圆柱段高度为60mm，进

口截面等效直径为13mm，尾管段直径为15mm，尾管段长度为600mm。采用此种旋流器形式，在进口流量4m<sup>3</sup>/h、分流比为8%的条件下，用于油水分离，分离效率比Thew型旋流器提高了10.6%，压降比Thew型旋流器降低了36.1%。

以下结合附图具体说明本发明的旋流器与现有Thew型渐开线旋流器的效果对比。

表1给出的是在不同进口形式下，大锥角为10°、小锥角为1.5°、溢流口直径为4mm、进口流量4m<sup>3</sup>/h、分流比为8%的条件下，用于油水分离的实测分离数据，可以看出，从分离效率的对比数据看，摆线与悬链线的分离效率都高于Thew采用的渐开线形式。

表1 不同进口形式下的分离效率

进口形式	分离效率
渐开线	56.4
摆线	58.7
悬链线	62.4

图7给出的是实测的上述条件三种进口条件下的压降的对比，从图中可以看出，摆线与渐开线入口形式的压降基本上一致，但悬链线入口旋流器的压降明显低于摆线与渐开线的入口形式。

图8为三种进口形式下锥段压降占总压降的比例，由于它代表旋流器压降中“有效能量”的大小，因此从该图中同样可以看出，悬链线形式最好、渐开线次之、摆线较差。

上述结果说明：从分离性能上说，本发明的摆线与悬链线进口形式都要优于渐开线形式；从压降角度来说，悬链线入口形式最好，摆线与渐开线形式的压降基本上一致。

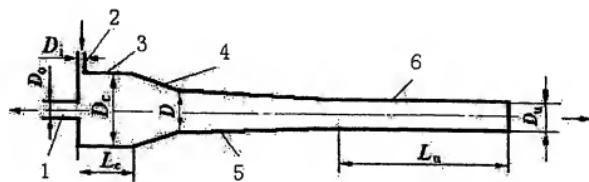


图 1

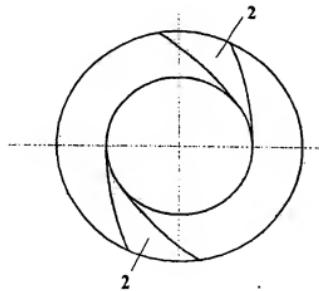


图 2

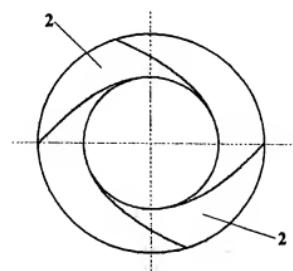


图 3

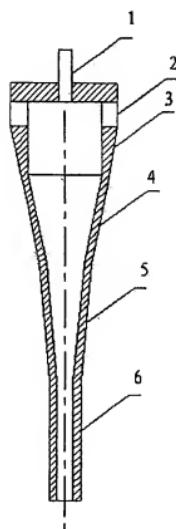


图 4

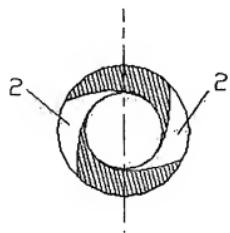


图 5

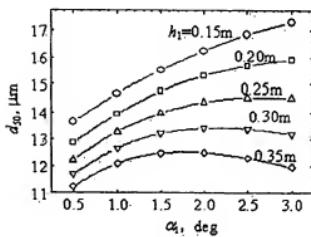


图 6

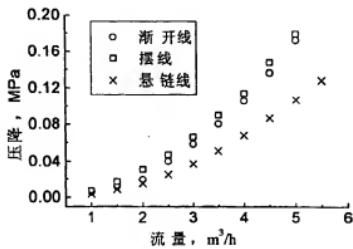


图 7

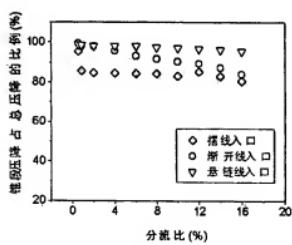


图 8